

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03019252 A**(43) Date of publication of application: **28 . 01 . 91**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/68**  
**C23C 14/56**  
**H01L 21/302**

(21) Application number: **02121039**(22) Date of filing: **10 . 05 . 90**(30) Priority: **19 . 05 . 89 US 89 355008**(71) Applicant: **APPLIED MATERIALS INC**

(72) Inventor:  
**TEPMAN AVI**  
**GRUNES HOWARD**  
**SOMEKH SASSON**  
**MAYDAN DAN**

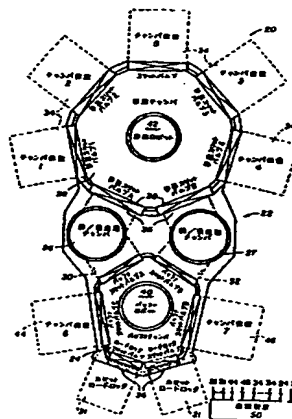
(54) **MULTI-CHAMBER VACUUM TREATING DEVICE**  
**AND MULTI-CHAMBER VACUUM**  
**SEMICONDUCTOR WAFER TREATING DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1991,JPO

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To minimize the time required for evacuating a multi-chamber vacuum treating device to a basic degree of vacuum, by providing a vacuum means which is communicated with isolatable areas, and establishing the degrees of vacuum in the areas and vacuum gradients between areas.

**CONSTITUTION:** A housing 22 has four chambers composed of a robot type buffer chamber 24 at one end, a phase shifting robot chamber 28 at the other end, and pre- and post-treating chambers 26 and 27. The chambers 24 and 28 are communicated with each other through the chambers 26 and 27. At the time of treating wafers, the throughput is increased by using one passage for loading or unloading and the chambers 26 and 27 for pre-treatment. Before treatment, the degrees of vacuum in the chamber areas and vacuum gradients between each area are established. Therefore, the time required by an evacuating device 50 for communicating the isolated vacuum chambers with each other and evacuating the chambers to the basic degrees of vacuum selected for the chambers can be minimized.



## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-19252

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>H 01 L 21/68  
C 23 C 14/56  
H 01 L 21/302

識別記号

A  
B

庁内整理番号

7454-5F  
9046-4K  
8223-5F

⑬ 公開 平成3年(1991)1月28日

審査請求 未請求 請求項の数 22 (全10頁)

⑭ 発明の名称 多段真空隔離式処理装置、多段真空式半導体ウェーハ処理装置、並びにワークピース移送用装置及び方法

⑯ 特 願 平2-121039

⑰ 出 願 平2(1990)5月10日

優先権主張 ⑱ 1989年5月19日 ⑲ 米国(US) ⑳ 355008

㉑ 発 明 者 アヴィ テツブマン アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95014 クーパーテ  
イノ ファラロン ドライヴ 10375

㉒ 出 願 人 アブライド マテリア アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンタ クララ パ  
ルズ インコーポレー ウアーズ アベニュー 3050  
テッド

㉓ 代 理 人 弁理士 中 村 稔 外7名  
最終頁に続く

## 明 細 書

1. 発明の名称 多段真空隔離式処理装置、多段真空式半導体ウェーハ処理装置、並びにワークピース移送用装置及び方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも真空ロードロックチャンバ、真空ワークピース処理チャンバ及び中間ワークピース移送領域を含む複数の隔離可能連通領域と、前記隔離可能領域内の基礎真空度及び領域から領域まで装置を横切る真空勾配を確立するため、前記隔離可能領域と連通する真空手段とを備えて成る多段真空隔離式処理装置。

2. 第1及び第2の真空チャンバと、前記第1及び第2の真空チャンバ間に別々のワークピース移送通路を提供するため、前記第1及び第2の真空チャンバを相互接続する1対の通路とを備えて成るワークピース移送装置。

3. ワークピースをロード及びアンロードするため、内部にそれぞれの第1及び第2のロボット

手段を含んでいる第1及び第2の真空チャンバと、前記真空チャンバ間に別々の移送通路を提供するため、前記第1及び第2のロボット内蔵真空チャンバをそれぞれ相互接続する第1及び第2の通路とを備えて成るワークピース移送装置。

(4) 真空チャンバ及び通路を互いに隔離するためのバルブ手段を更に備えている請求項3記載のワークピース移送装置。

5. 第1の真空チャンバにウェーハを供給し及びこれからウェーハを受け取るため、前記第1の真空チャンバと連通している第1及び第2の真空ロードロックチャンバを更に備えている請求項4記載のワークピース移送装置。

6. 第1及び第2の通路の少なくとも一方は、ロボット内蔵真空チャンバの一方から他方への移送の前にワークピースを処理するため、内部に処理チャンバを更に含んでいる請求項3または5記載のワークピース移送装置。

7. 第1及び第2のロボット内蔵真空チャンバとそれぞれ連通している少なくとも第1及び第2の

ワークピース処理チャンバと、第1及び第2の真空処理チャンバをその付属のロボット内蔵チャンバから隔離するためのバルブ手段とを更に備えており、もって、前記第1の真空処理チャンバ内の雰囲気、介在するチャンバ及び通路を介して、前記第2の真空処理チャンバ内の雰囲気から隔離されるようになっている請求項6記載のワークピース移送装置。

8. 少なくとも複数の半導体ウェーハ処理チャンバと、

ウェーハを供給し及び受け取るためのウェーハ・ロード／アンロード・ステーションと、

前記ロード／アンロード・ステーションと前記処理チャンバとの間に介装されてこれらの間に1対の移送通路を提供する少なくとも複数のチャンバと、

前記移送通路に沿って配置され、相隣るチャンバ間に介装され、前記相隣るチャンバの一方を他方から選択的に隔離するために前記相隣るチャンバを選択的に密封するバルブ手段と、

理チャンバを介して前記第1のウェーハ移送チャンバから前記第2のウェーハ移送チャンバに至る第1の通路に沿い、及び前記第2のウェーハ移送チャンバから第2の中間処理チャンバを介して前記第1のウェーハ移送チャンバに至る第2の通路に沿って互に連通し、前記ロード／アンロード・ステーションは前記第1のウェーハ移送チャンバに取り付けられてこれと連通し、前記半導体ウェーハ処理チャンバは前記第2のウェーハ移送チャンバに取り付けられてこれと連通することを特徴とする多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

12. 第1の中間チャンバは半導体ウェーハのクリーニングを行うようになっている請求項11記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

13. 第2の中間チャンバはウェーハ冷却チャンバである請求項11記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

14. 中間チャンバは処理チャンバ内での処理の

隔離可能真空チャンバ内に選択された基礎真空度を及び装置を横切手チャンバからチャンバへの真空勾配を確立するため、前記隔離可能真空チャンバと連通する真空手段とを備えて成る多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

9. 処理ステーションはデポジション及びエッチングから選択される請求項8記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

10. 処理チャンバは少なくとも物理的蒸着チャンバを含んでいる請求項9記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

11. 少なくとも複数の半導体ウェーハ処理チャンバと、

前記処理ステーション内で処理するためのウェーハを供給し及び前記処理チャンバからウェーハを受け取るウェーハ・ロード／アンロード・ステーションと、

第1及び第2のウェーハ移送チャンバを含むチャンバハウジングとを備えて成り、前記第1及び第2のウェーハ移送チャンバは、第1の中間処

理または後にウェーハを処理するようになっている請求項11記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

15. 第1及び第2のウェーハ移送チャンバは、  
(1) ローディング及びアンローディング・ステーションと中間チャンバとの間でウェーハを反復移送すること、及び  
(2) 処理チャンバの個別のもの相互間及び前記処理チャンバと前記中間チャンバとの間でウェーハを反復移送することをそれぞれ行うため、各々が内部に取付けられたロボットを有している請求項11記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

16. 第2または移送ステーション内のロボットは、水平反復回転のため、チャンバ内に取り付けられたスライドと、反復滑動移動するように前記スライド上に取り付けられたウェーハ保持アームと、1対の同軸的軸とを具備し、前記軸の第1のものは反復回転を前記スライドに伝達するため前記スライドの接続されており、第2の軸は、前記軸の反復回転運動を前記ウェーハアームの可

逆R並進運動に転換するため、リンク手段を介して前記ウェーハアームに接続されている請求項15記載の多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

17. (1) 複数の真空処理チャンバと、

(2) ウェーハを装置に差し入れ及びこれから取り出すためのウェーハ整列ロードロックチャンバ手段と、

(3) 前記ロードロックチャンバ手段と前記処理チャンバとの間に介装されてこれらの間に一連の移送通路を提供する複数の(混合使用)真空処理移送ステーションと、

(4) 前記移送通路に沿って配置されて相隣るチャンバ間に介装され、前記相隣るチャンバを互に隔離するために前記チャンバを選択的に密封することによって前記チャンバの隔離真空ステーションの一連のアレイを形成するバルブ手段と、

(5) 別々の前記隔離真空段内に選択された基礎真空度を、及び装置を横切ってチャンバからチャンバへの真空勾配を確立するための真空手段とを

備えて有し、

(6) 前記第2のロボットチャンバは、前記処理チャンバ相互間で及び前記処理チャンバと前記中間チャンバとの間でウェーハを反復移送するため、内部に取り付けられたロボットを有しており、更に、

(a) 個々の前記処理チャンバと前記第2のロボットチャンバとの間、(b) 前記第2のロボットチャンバと2つの前記中間チャンバとの間、(c) 2つの前記中間チャンバと前記第1のロボットチャンバとの間、及び(d) 前記第1のロボットチャンバと前記ロードロック手段との間にあってこれらの間にあってこれらの間に連通を提供するための出入口と、

(7) 前記出入口を選択的に開放及び閉鎖するためのバルブ手段と、

(8) 前記ロードロック手段内の比較的低い真空度及び前記処理チャンバ内の比較的高い真空度をもって装置内に多段真空を選択的に提供するための真空手段と、

備えて成り、もって各チャンバをその選択された基礎真空度に排気するのに要する時間を減少させることを特徴とする多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

18. (1) 第1の比較的小さいロボットチャンバと第2の比較的大きいロボットチャンバとを含むチャンバハウジングを備え、前記ロボットチャンバは、前記第1のロボットチャンバから第1の中間チャンバを介して前記第2のロボットチャンバに至る第1の通路に沿い、及び前記第2のロボットチャンバから第2の中間チャンバを介して前記第1のロボットチャンバに至る第2の通路に沿って1対の中間チャンバを介して互に連通し、更に、

(2) 前記第1のロボットチャンバに取り付けられたロードロック手段と、

(3) 前記第2のロボットチャンバに取り付けられた少なくとも複数の真空処理チャンバとを備え、

(4) 前記第1のロボットチャンバは、前記ロードロック手段と前記中間チャンバとの間でウェーハを反復移送するため、内部に取り付けられたロ

(5) 前記真空処理チャンバ内の処理を制御し、並びにウェーハを、前記ロードロック手段から前記第1通路を介して選択された真空処理チャンバへ、及び選択された真空処理チャンバから前記第2の通路を介して前記ロードロック手段へ選択的に移送するためのコンピューター手段とを備えて成る多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

19. バルブ手段は真空チャンバまたは段を選択的に隔離し、真空手段は、各チャンバ内に選択された基礎真空度を、及び装置を横切るチャンバからチャンバまでの真空勾配を確立し、もって各チャンバをその選択された基礎真空度に排気するのに要する時間を減少させる請求項18記載の多段真空式半導体ウェーハ処理装置。

20. 真空内ワークピースを移送する方法において、選択したワークピースを第1の真空チャンバから第2の真空チャンバまで、これらチャンバを相互接続する第1の通路に沿って移送する段階と、選択されたウェーハを前記第2のチャンバから前記第1のチャンバまでこれらチャンバを相互接続

する第2の通路を介して送り返す段階とを有するワークピース移送方法。

21. 移送チャンバはロボットチャンバであり、その各々は1つまたはそれ以上の真空処理チャンバと連通している請求項20記載のワークピース移送方法。

22. ワークピースを真空装置を通じて移送する方法において、ワークピースを真空ロードロックステーションにロードする段階と、前記ワークピースを、前記装置内で、真空度が高くなる隔離された領域を通じて、前記ワークピースの選択された処理のために真空処理チャンバへ順々に移送する段階と、前記選択された処理が完了したら前記ワークピースを前記ロードロックステーションへ送り返す段階とを有するワークピース移送方法。

つの処理チャンバから他のチャンバへの真空ウェーハ移送におけるランダムアクセスを可能にする。

セミコンダクタ・インタナショナル (Semiconductor International) 誌、1985年10月号、48～60頁に所載の論文「乾式エッチング装置：大形ウェーハに対する促進」において、このような装置、特に4チャンバ乾式エッチング装置が開示されており、この装置においては、五角形状ハウジング内のロボットが、このロボットハウジングに取りつけられた4つのプラズマエッチングチャンバ及びカセット・ロード／アンロード・ロックチャンバに対して働く。

このような最新の装置によって提供される真空隔離は向上したのであるが、一般にかかる装置においては、高真空処理、例えばスパッタリングのような物理的蒸着に対して商業的に許容される処理量を提供することが困難である。特に、処理チャンバまたはそのロードロックチャンバを、これにウェーハをロードした後に、その基礎真空度に排気するのに要する時間が過大である。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は一般に半導体ウェーハ処理に関し、単一ウェーハ、カセット・ツール・カセット、ロボット真空処理に関する。

#### (従来の技術)

汚染を減少させ且つ処理量を増大させるため、最近開発された多くの単一ウェーハ処理チャンバは、カセットロードロックと複数／多重真空処理チャンバとの間でウェーハを移送するウェーハ移送ロボットを備えた装置構成を用いている。(1)個々の処理チャンバ相互間の及び(2)ロボットチャンバとロードロックチャンバとの間の出入りは、処理チャンバをロボットから、及びロボットをロードロックチャンバから選択的に隔離するスリットバルブを介して行われる。この構成は、処理チャンバにおいてまたはロードロックチャンバにおいてウェーハをロードまたはアンロードしながら他の1つまたは複数のチャンバ内で処理を行うことを可能にし、また、ロボットチャンバを介する一

#### (発明が解決しようとする課題)

本発明の目的は、装置のチャンバを、これにウェーハをロードした後、その基礎真空度に排気するのに要する時間を最小限にするように構成した半導体ウェーハのようなワークピースに対する処理装置を提供することにある。本発明の他の目的は、装置内にあるウェーハを、これが高真空領域に入る前に、予備クリーニング及びその他後処理することにより、汚染を減らし及び処理量を増加させることにある。本発明の更に他の目的は、極めて高い真空度のチャンバに対する、例えば、スパッタリングに対して用いられるもののような物理的蒸気処理チャンバに対し、排気時間を最小限にし、従って処理量を増加させるようにした前記種の装置を提供することにある。本発明の更に他の目的は、別々の隔離可能ウェーハ移送通路を提供することにより、処理能力及び処理量が増大した真空処理装置を提供することにある。

#### (課題を解決するための手段)

本発明の一つの態様はワークピース移送装置及

びその動作方法に関するものであり、ワークピースをロード及びアンロードするための第1及び第2のロボット手段をそれぞれ内部に含んでいる第1及び第2の真空チャンバと、前記チャンバ相互間に別々の移送通路を提供するため、前記第1及び第2のロボット内蔵チャンバを相互接続する1対の通路とを備えている。

本発明の他の態様は多段真空隔離式処理装置及びその動作方法に関するものであり、少なくとも真空ロードロックチャンバを含む複数の隔離可能連通領域と、真空ワークピース処理チャンバ及び中間ワークピース移送領域と、前記領域内に基礎真空度を、及び装置を横切って領域から領域までの真空勾配を確立するため、前記隔離可能領域と連通する真空手段とを備えている。好ましくは、前記ワークピース移送領域は、ワークピースをロード及びアンロードするため、第1及び第2のロボット手段を内部にそれぞれ含んでいる第1及び第2の移送領域と、前記第1及び第2のロボット内蔵チャンバ間に別々の移送通路を提供するた

め、前記チャンバを相互接続する1対の通路とを具備する。第1及び第2のワークピース処理チャンバまたはかかるチャンバの群を設けて前記第1及び第2のロボット内蔵チャンバとそれぞれ連通させてもよい。これら第1及び第2の処理チャンバは前記ロボット内蔵チャンバ及び通路によって互いに隔離され、従って、異なる真空度における処理及び／又は両立し難いガス化学作用の使用のために用いることができ、相互汚染がない。

好ましくは、本発明装置は、ワークピースを供給し及び受け取るため、ロボット内蔵チャンバの第1のものと連通している第1及び第2の真空ロードロックチャンバを有す。この双対ロードロックにおいては、ワークピースのローディング及びアンローディングのために一方を（外気に対して）開放し、一方、装置の残部は真空となっておって内部でワークピースを移送し及び／又はワークピースを処理していることができるので、処理量が増加する。

本発明の更に他の態様においては、一方のロボ

ット内蔵チャンバまたは移送ステーションから他方へ移送する前にワークピースを処理するため、一方または両方の通路は内部にチャンバを含んでいる。例えば、かかるチャンバを用い、半導体ウェーハが高真空移送ステーションに入る前に該ウェーハを予備クリーニングすることができる。この前処理隔離は、移送ステーション及び処理ステーションの汚染を減らし、真空排気時間を減らし、従って処理量を増加させる。

本発明の更に他の態様は多段真空装置であり、複数の半導体ウェーハ処理チャンバと、ウェーハを供給し及び受け取るため、好ましくは2つのロードロックチャンバを具備するウェーハ・ロード／アンロード・ステーションと、前記ロード／アンロード・ステーションと前記処理チャンバとの間に介在してこれらの間に一連の移送通路を提供する複数のチャンバと、前記チャンバを選択的に密封して相隣るチャンバを互いに隔離するため、前記移送通路に沿って配置されて相隣るチャンバ間に介在するスリットバルブとを備えている。ま

た、隔離された各チャンバ内に選択された基礎真空度を、及び装置を横切ってチャンバからチャンバまで真空勾配を確立するため、真空装置が真空チャンバと連通し、これにより、前記チャンバをその選択された基礎真空度を排気するのに要する時間を最小限にする。

本発明の更に他の態様は多重チャンバ多段真空式半導体ウェーハ処理装置であり、複数の半導体ウェーハ処理チャンバと、ウェーハを供給し及び受け取るため、好ましくは2つのロードロックチャンバを具備するウェーハロード／アンロード・ステーションと、第1及び第2のウェーハ移送チャンバを含むチャンバハウジングとを備えており、前記第1及び第2のウェーハ移送チャンバは、前記第1のウェーハ移送チャンバから第1の中間処理チャンバを介して前記第2のウェーハ移送チャンバに至る第1の通路に沿い、及び前記第2のウェーハ移送チャンバから第2の中間処理チャンバを介して前記第1のウェーハ移送チャンバに至る第2の通路に沿って互いに連通する。前記

ロード／アンロード・ステーションは前記第1のウェーハ移送チャンバと連通し、前記半導体ウェーハ処理チャンバは前記第2のウェーハ移送チャンバと連通し、ロード／アンロード・ステーションから処理チャンバに至る装置通路を形成する。

本発明の更に他の態様は真空中でワークピースを移送する方法であり、選択されたワークピースを第1の真空チャンバから第2の真空チャンバへこれらチャンバを相互接続する第1の通路に沿って移送する段階と、選択されたワークピースを前記第2のチャンバから前記第1のチャンバへこれらチャンバを相互接続する第2の通路に沿って送り返す段階とを有す。詳述すると、移送チャンバはロボットチャンバであり、その各々は1つまたは一群の真空処理チャンバと連通しており、そして、前記相互接続通路と共に一つの群の処理チャンバを他の群の処理チャンバから効果的に隔離する。

本発明の更に他の態様はワークピースを真空装置を通して移送する方法であり、ワークピースを

ロードロックステーションにおいてロードする段階と、前記ワークピースの選択された処理のため、前記ワークピースを、この装置内で、真空度が高くなる隔離領域から真空処理チャンバへ順々に移送する段階と、前記選択された処理が完了したら前記ウェーハを前記ロードロックステーションへ送り返す段階とを有す。

以下、本発明をその実施例について図面を参照して詳細に説明する。

#### (実施例)

第1図は本発明の多段真空式半導体装置20の平面図である。この装置は、4つの室を形成するハウジング22、一端にあるロボット式バッファチャンバ24、他端にある移送ロボットチャンバ28、並びに中間処理チャンバ26及び27を有す。1つまたは複数のロードロックチャンバ21を用いる場合もあるが、好ましくは、2つのかかるチャンバをバッファチャンバに取り付け、出入口36及び付属のスリッドバルブ38を介してバッファロボットチャンバの内部と連通させる。複

数の真空処理チャンバ34（図には5つのチャンバを示してある）が移送ロボットステーションの周辺に取り付けられている。（本発明明細書においては「複数」とは2つまたはそれ以上の数を意味する。）チャンバ34は、エッチング及び／又はデポジションを含む種々の処理に利用することができる。出入口は、付属の出入口36及びゲートバルブ即ちスリッドバルブ38により、各チャンバに及びチャンバ相互間に設けられている。

ロボットチャンバ24及び28は中間処理チャンバ26及び27介して互いに連通する。詳述すると、中間処理チャンバ26は、移送ロボットチャンバ28をバッファロボットチャンバ24に接続する通路30に沿って配置されている。同様に、第2の中間処理チャンバ27は、ロボット28及び24を接続する別個の通路32に沿って配置されている。2つのロボットまたは移送チャンバ間のこれら別々の通路があるので、ウェーハ処理にこの装置を用いながらローディングまたはアンローディングに1つの通路を用いることができ、従

って処理量を増すことができる。チャンバ26及び27を、チャンバ34内での処理前のウェーハの前処理（例えばプラズマエッチクリーニング及び／又は加熱）に、またはチャンバ34内での処理の後のウェーハの後処理（例えば冷却）に専用としてもよい。或いはまた、チャンバ26及び27の一方または両方を前処理及び後処理の両方に用いてもよい。

好ましくは、ハウジング22をモノリスとする。即ち、ハウジングを1枚のアルミニウムのような材料を機械加工またはその他加工して作って、4つのチャンバ空洞24、26、27及び28並びに相互接続通路30及び32を形成する。モノリス構造を用いると、ウェーハ移送のための個々のチャンバの整合が容易となり、また個々のチャンバのシーリングの困難がなくなる。

装置20を通るウェーハ移送の一般的な動作を示すと次の通りである。まず、チャンバ24内のRθバッファロボット40がカセットロードロック21からウェーハを摘み上げてチャンバ26へ

移送する。このチャンバは、図示の例ではウェーハの面をエッチクリーニングする。チャンバ28内のRθ移送ロボット42が予備クリーニングチャンバ26からウェーハを摘み上げ、これを、好ましくは高真空の処理チャンバ34のうちの選択された一つへ移送する。処理後、移送ロボット42は、このウェーハを、更に処理するために、他のチャンバ34のうちの1つまたはそれ以上のチャンバへ選択に移送する。次いで、このランダムアクセス型移送能力を用い、移送ロボット42はウェーハを中間処理チャンバ27へ移送する。このチャンバは、図示の例では、冷却チャンバである。冷却処理の後、パフファロボット40はチャンバ27からウェーハを取り出して適当するカセットロードロックチャンバ21へ戻す。

前述から解るように、装置20は、各チャンバ段（主処理チャンバ34／移送ロボットチャンバ24／中間処理チャンバ26、27／パフファロボットチャンバ24／ロードロックチャンバ21）を他の全てのチャンバから隔離することができる

処理量が増加する。

中間段チャンバ26及び27によって提供される真空隔離、処理量及び処理多様性が増強されるほかに、前述したステーションまたはチャンバ44及び46をパフファロボットチャンバ24に取り付け、追加の処理隔離、順応性及び処理増大を提供することができる。例えば、チャンバ44を、処理前にウェーハを平らに方向づけするのに用いるオリエンタとすることができる。或いはまた、ロードロックチャンバ21内のウェーハのカセット全体を、処理用チャンバへの移送の準備として一度に一つずつ方向づけすることができる。或いはまた、チャンバ44及び46の一方または両方を、後処理用に、前処理及び後処理の両方用に、または処理自体用に用いることもできる。これらチャンバ44及び46は、介在する個別的隔離パフファチャンバ24、移送通路即ちチャンバ26及び27並びに移送チャンバ28により、処理チャンバ34から極めて効果的に隔離さ

るように設計されている。カセットロードロック21を除き、チャンバまたは段のどれも処理中は外気と通じていない。また、ウェーハ移送中、相隣る2つのチャンバだけは何時でも連通していることが必要である。その結果、真空度の変動、特にウェーハ移送中の真空度低下を、真空排気装置50（第1図）を用いて最小限にし、この半導体処理装置をカセットロードロック21から真空処理チャンバ34まで横切る真空勾配を提供することができる。この装置を横切って多段真空が与えられ、真空度はカセットロードロック21から処理チャンバ34まで順々に高くなる。従って、チャンバ34にウェーハをロードした後、このチャンバをその基礎真空度まで排気するに要する時間は最小限となり、長い排気時間を必要とせず、従ってこの装置の処理量に悪影響を与えることなく、極めて高い真空度を処理チャンバ34内に用いることができる。また、高真空に入る前にウェーハを予備クリーニング及び／又は予備加熱することができるから、装置の汚染が少なく、また

れる。即ち、チャンバ44及び46を、処理チャンバ34の群に対して異なる（及び／又は両立し難い）化学作用及び／又は異なる（一般により低い）圧力を必要とする処理に対して便利に用いることができる。例えば、高度の隔離能力があるので、チャンバ34内で腐食性ガスの化学作用を用いることが容易となり、チャンバ44、46内の雰囲気及び処理に悪影響を与えることがない。

本実施例においては、パフファロボット40は、メイダン（Maydan）等にかかる発明の名称「多チャンバ型統合処理装置」（Multi-Chamber Integrated Process System）なる許可済みの米国特許出願第283,015号に開示されている双対4パーリンクロボットである。この米国特許出願の内容については本明細書に参照として説明する。このロボットは、一部は、折り畳んだ極めて小形化した構造及び踏み跡を、比較的長い到達距離と、従って、カセットロードロック21、パフファ段処理チャンバ44、46、及び中間段処理チャンバ26、27を援助する能力と組合せているので、



バッファチャンバ24内での使用に好ましいものである。

移送ロボット42の実施例を第2図、第3図及び第4図に示す。このロボットによって与えられる主な特徴としては、第1に、長い到達距離、第2に、物理的着着のような処理において用いられる極めて高い真空内でのギヤ及び他の可動部品の数の最小限化、第3に、このような高い真空環境に対する効果的なシーリングがある。ロボット42は、ロボット空洞のベースプレートに密封的に取り付けられた支持板46を具備している。電磁結合式同心軸駆動装置48が、真空のロボットチャンバ28の外周でベースプレートに取り付けられておいて回転駆動手段を有している。この駆動手段は同心軸(図示せず)に電磁結合され、ロボットのRθ移動を行う。スライド50が一方の同心軸に取り付けられており、この軸と共に逆回転させられてθ移動をロボットに伝える。一端部にウェーハ保持ポケット54を有するウェーハアーム52が、その他端部において、ピボットア

ーム56及び58を具備するリンク装置を介して、電磁結合駆動装置の第2の同心軸(図示せず)に取り付けられている。この第2の軸が反対方向に回転するとリンク56及び58が回転させられ、これにより、第3図に示す引っ込み位置と第4図に示す伸張位置との間のアーム54のR並進運動が行われる。

以上、本発明をその実施例について説明したが、当業者には解るように、本発明の範囲内で種々の代替及び偏光を行うことが可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明にかかる多段真空多重チャンバ式半導体ウェーハ処理装置の平面図、第2図は第1図の装置に用いられる電磁結合式回転駆動ロボットの実施例の斜視図、

第3図及び第4図は引っ込み位置にある場合(第3図)と伸張位置にある場合(第4図)とのロボットアームを示すロボット及び付属のリンク装置の平面図である。

21・・・ロードロックチャンバ

- 24・・・バッファロボットチャンバ
- 26, 27・・・中間処理チャンバ
- 28・・・移送ロボットチャンバ
- 30, 32・・・通路
- 34・・・真空処理チャンバ
- 38・・・スリットバルブ
- 40・・・バッファロボット
- 42・・・移送ロボット
- 44, 46・・・チャンバ
- 50・・・真空排気装置

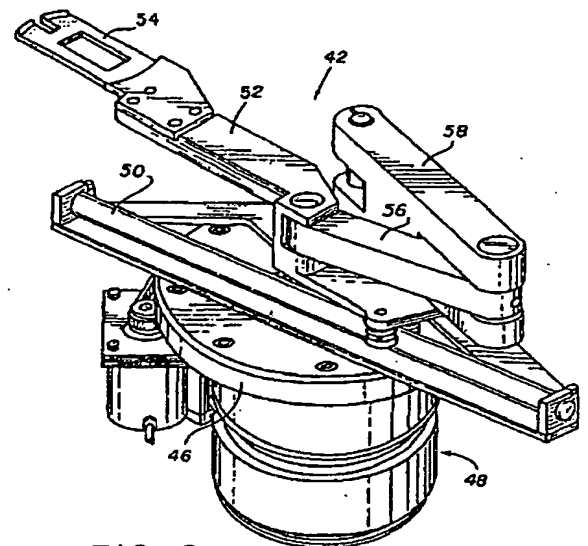


FIG. 2

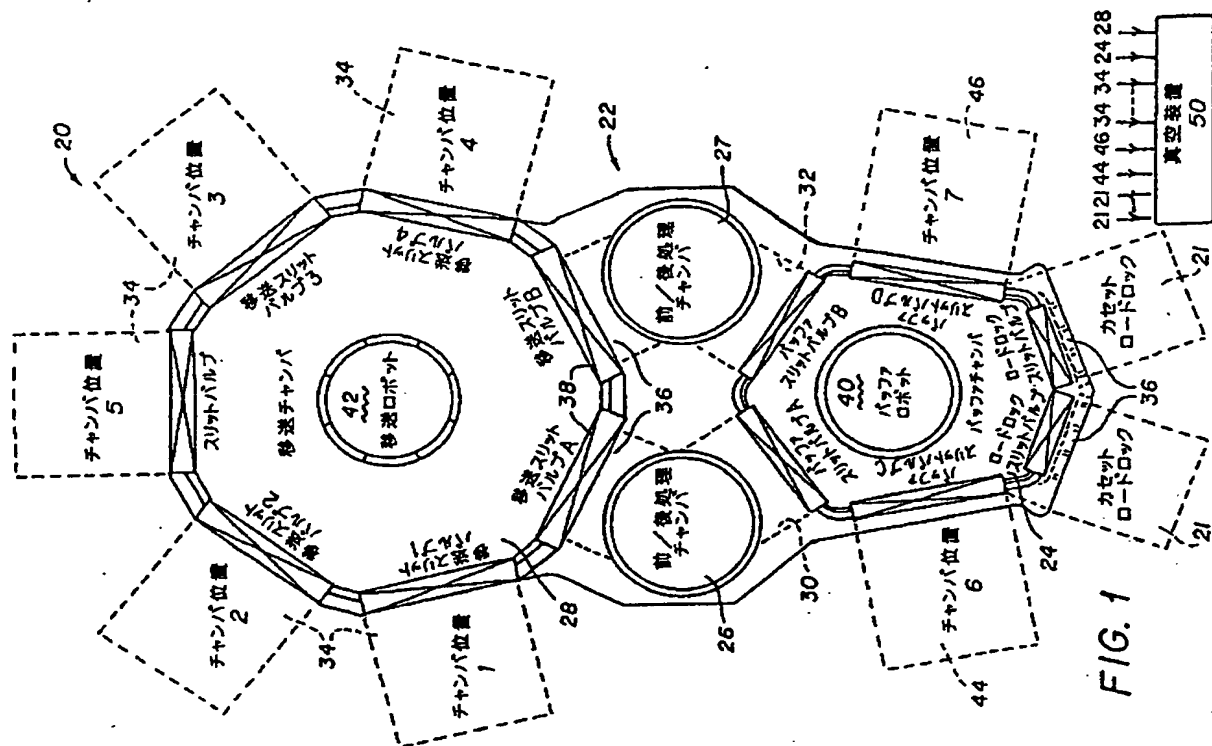


FIG. 1

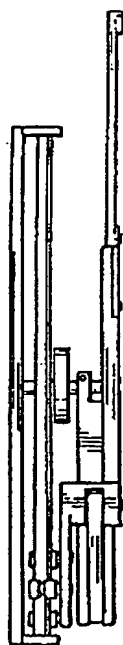


FIG. 3

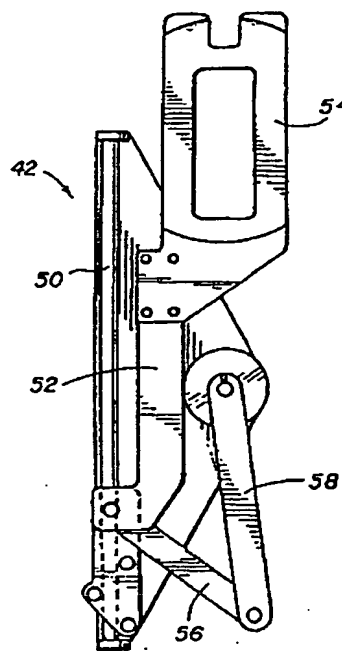
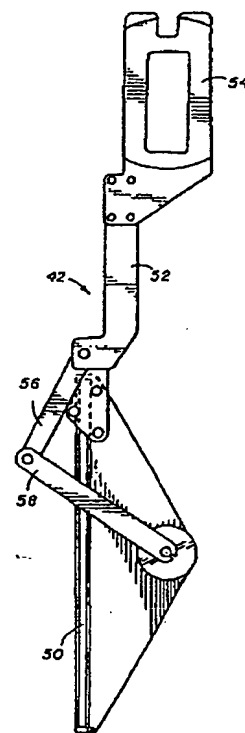


FIG. 4



## 第1頁の続き

⑫発明者	ハワード・グルーネス	アメリカ合衆国 カリフォルニア州	95062	サンタ ク
		ルーズ トリヴアタン アベニュー	237	
⑬発明者	サツソン ソメク	アメリカ合衆国 カリフォルニア州	94022	ロス アル
		トス ヒルズ ムーディー ロード	25625	
⑭発明者	ダン メイダン	アメリカ合衆国 カリフォルニア州	94022	ロス アル
		トス ヒルズ マリエッタ レーン	12000	



US005186718A

**United States Patent** [19]

Tepman et al.

[11] Patent Number: **5,186,718**[45] Date of Patent: **Feb. 16, 1993**[54] **STAGED-VACUUM WAFER PROCESSING SYSTEM AND METHOD**[75] Inventors: **Avi Tepman, Cupertino; Howard Grunes, Santa Cruz; Sasson Somekh; Dan Maydan, both of Los Altos Hills, all of Calif.**[73] Assignee: **Applied Materials, Inc., Santa Clara, Calif.**[21] Appl. No.: **685,976**[22] Filed: **Apr. 15, 1991****Related U.S. Application Data**

[63] Continuation of Ser. No. 355,008, May 19, 1989, abandoned.

[51] Int. Cl.<sup>5</sup> ..... **C23C 13/08**[52] U.S. Cl. .... **29/25.01; 148/DIG. 6;****148/DIG. 169; 29/25.02; 437/925; 204/192.12**[58] Field of Search ..... **148/DIG. 6, 21, 25, 148/22, 169; 118/715, 719, 50.1, 620; 29/25.01, 25.02, 25.03; 437/81, 105-107, 926, 925; 204/192, 12, 298**[56] **References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

4,405,435	9/1983	Tateishi et al.	204/298
4,498,416	2/1985	Bouchaib	118/719
4,592,306	6/1986	Gallego	118/719
4,607,593	8/1986	Van Hemel	118/719
4,664,062	5/1987	Kamohara et al.	118/719
4,681,773	7/1987	Bean	118/719
4,709,655	12/1987	Van Mastrigt	118/50.1
4,715,921	12/1987	Maher et al.	156/345
4,717,461	1/1988	Strahl et al.	204/192.1
4,733,631	3/1988	Boyarski et al.	118/719

4,820,106	4/1989	Walde et al.	118/719
4,825,808	5/1989	Takahashi et al.	118/719
4,857,160	8/1989	Landau et al.	204/192.12
4,886,592	12/1989	Andrele et al.	204/298

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

87302958.1	11/1987	European Pat. Off.	
87311194.2	6/1988	European Pat. Off.	
0221572	11/1985	Japan	118/719
1170568	8/1986	Japan	118/719
1246381	11/1986	Japan	118/719
2116769	5/1987	Japan	118/719
2131455	6/1987	Japan	118/719
2164875	7/1987	Japan	118/719

PCT/US87/-

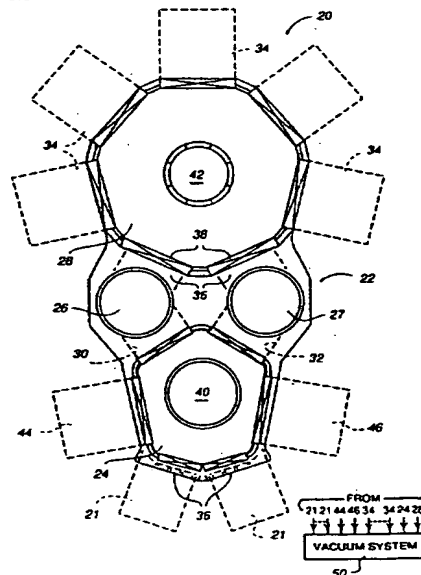
01176 12/1987 PCT Int'l Appl. .

*Primary Examiner*—**Olik Chaudhuri***Assistant Examiner*—**David E. Graybill***Attorney, Agent, or Firm*—**Philip A. Dalton**

[57]

**ABSTRACT**

A processing system for workpieces such as semiconductor wafers is disclosed which incorporates multiple, isolated vacuum stages between the cassette load lock station and the main vacuum processing chambers. A vacuum gradient is applied between the cassette load lock and the main processing chambers to facilitate the use of a very high degree of vacuum in the processing chambers without lengthy pump down times. Separate robot chambers are associated with the vacuum processing chambers and the load lock(s). In addition, separate transport paths are provided between the two robot chambers to facilitate loading and unloading of workpieces. Pre-treatment and post-treatment chambers may be incorporated in the two transport paths.

**23 Claims, 4 Drawing Sheets**

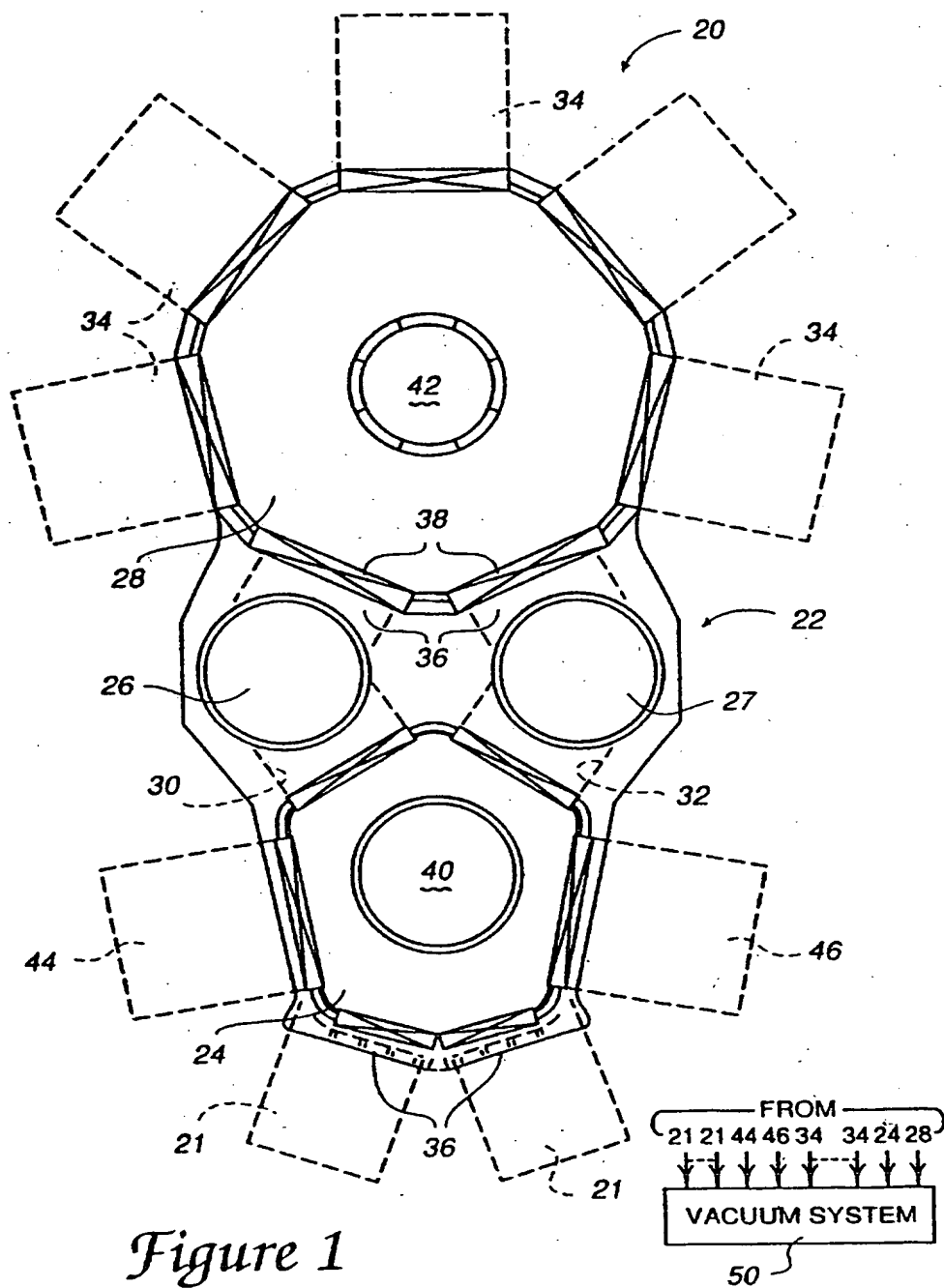
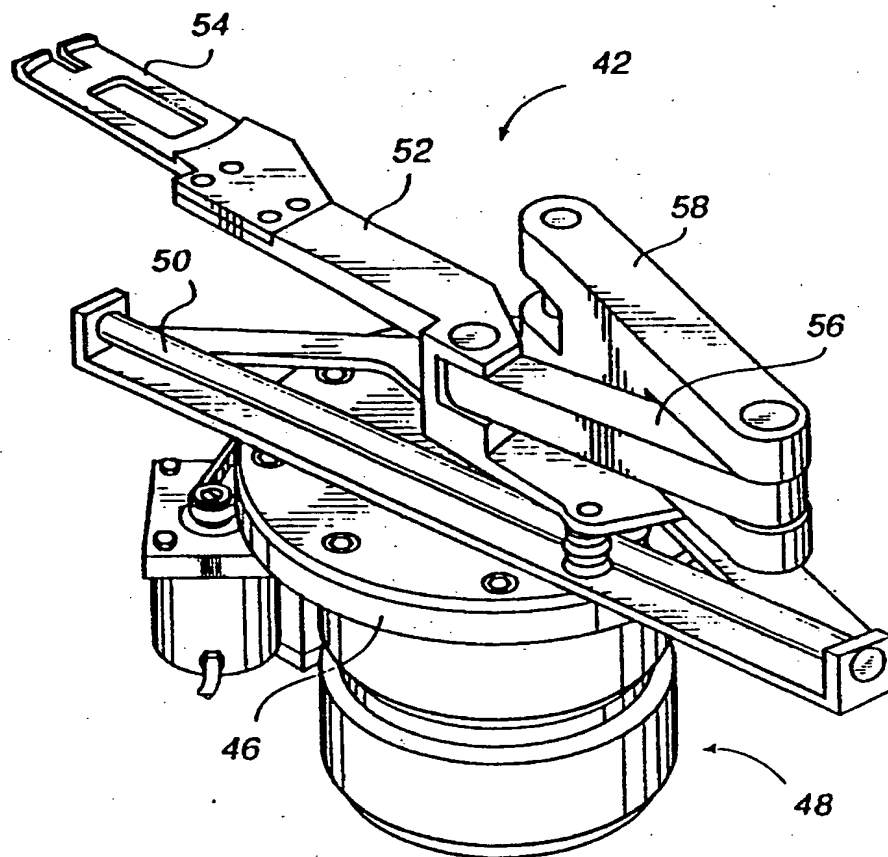


Figure 1

*Figure 2*

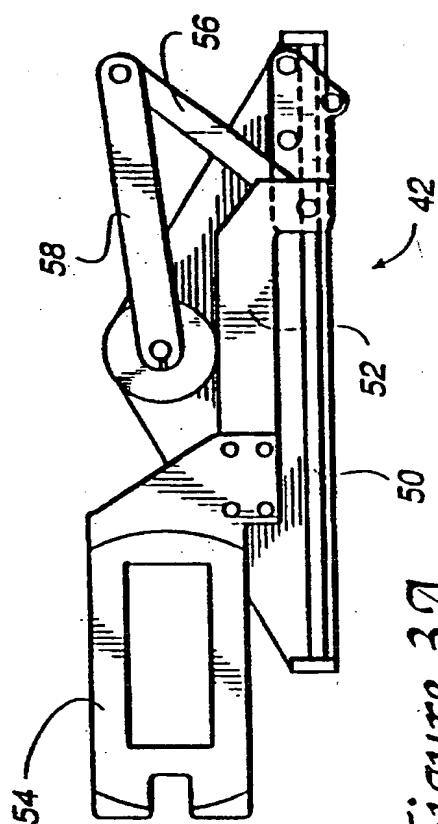


Figure 3A

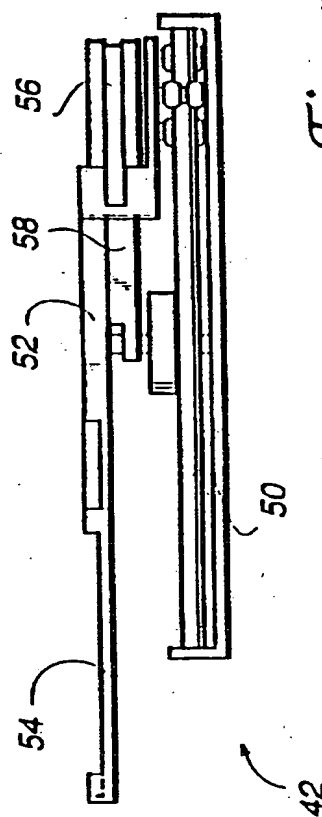
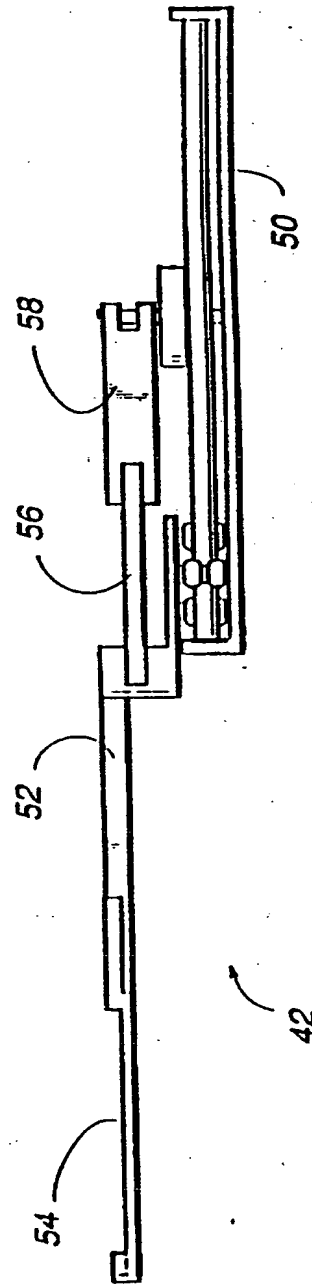
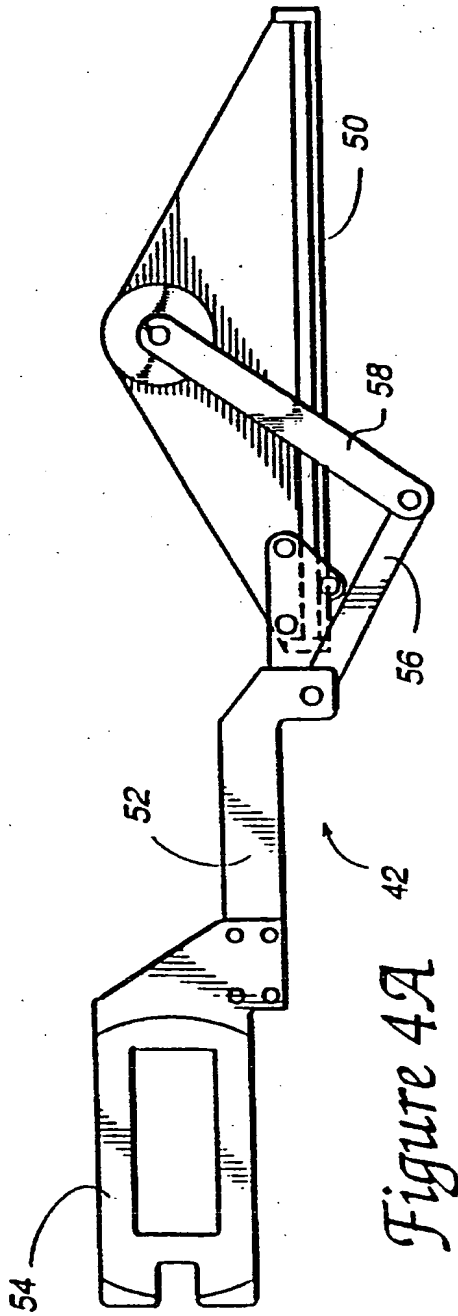


Figure 3B





## STAGED-VACUUM WAFER PROCESSING SYSTEM AND METHOD

This is a continuation of application Ser. No. 355,008, filed May 19, 1989, now abandoned.

### BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates generally to semiconductor wafer vacuum processing systems and to single wafer, cassette-to-cassette, robot vacuum processing systems.

In order to decrease contamination and to enhance throughput, a number of recently introduced, single-wafer processing chambers use a system configuration comprising a wafer transfer robot which transports wafers between a cassette load lock and plural/multiple vacuum processing chambers. Access (1) between the individual process chambers and (2) between the robot chamber and the load lock chamber is via slit valves which selectively isolate the process chambers from the robot and the robot from the load lock chamber. This configuration permits processing in one or more chambers while wafers are being loaded or unloaded at other process chambers or at the load lock chamber and permits random access, in vacuo wafer transfer from one processing chamber to another via the robot chamber.

An article entitled "Dry Etching Systems: Gearing Up for Larger Wafers", in the October, 1985 issue of Semiconductor International magazine, pages 48-60, discloses such a system and specifically, a four-chamber dry etching system in which a robot in a pentagonal-shaped housing serves four plasma etching chambers and a cassette load/unload load lock chamber mounted on the robot housing.

Despite the increased vacuum isolation provided by such state-of-the-art systems, to our knowledge typically such systems have difficulty providing commercially acceptable throughput for high vacuum processes, for example, physical vapor processes such as sputtering. Specifically, the time required to pump down processing chambers or their load lock chambers to their base level, following loading of wafers into the chambers, is excessive.

### SUMMARY OF THE INVENTION

#### 1. Objects

In view of the above discussion, it is one object of the present invention to provide a processing system for workpieces such as semiconductor wafers which is configured to minimize the time required to pump down the system's chambers to their base vacuum level after loading of wafers therein.

It is a related object to decrease contamination and increase throughput by pre-cleaning and otherwise pre-treating wafers within the system prior to their entering high vacuum regions.

It is another object to provide a system as described above which is adapted for minimizing the pump down time and, thus, increasing throughput for very high vacuum chambers, for example, for physical vapor processing chambers such as those used for sputtering.

It is still another, related objective to provide a vacuum processing system which enhances processing capability and throughput by providing separate isolatable, wafer transport paths.

#### 2. Summary

In one aspect, our invention is encompassed in a workpiece transport system, and its method of operation, which achieves at least selected ones of the above objects and comprises first and second vacuum chambers, including respective first and second robot means therein for loading and unloading workpieces; and a pair of passages interconnecting the first and second robot-containing chambers, for providing separate transport paths between the chambers.

In another aspect, our invention is incorporated in a staged, vacuum-isolation processing system, and its method of operation, which achieves various of the above objectives and comprises: a multiplicity of isolatable communicating regions including at least a vacuum load lock chamber; a vacuum workpiece-processing chamber and an intermediate workpiece transport region; and vacuum means communicating with the isolatable regions for establishing a base vacuum level in the regions and a vacuum gradient across the system from region-to-region. Preferably, the workpiece transport region comprises first and second vacuum chambers, including respective first and second robot means therein for loading and unloading workpieces; and a pair of passages interconnecting the first and second robot-containing chambers for providing separate transport paths therebetween. First and second workpiece processing chambers or groups of such chambers can be provided in communication with the first and the second robot-containing chamber, respectively. These first and second processing chambers are isolated one from the other by the robot-containing chambers and passages and, consequently, can be used for processing at different vacuum levels and/or using incompatible gas chemistry, and without cross-contamination.

Preferably, our system includes first and second vacuum load lock chambers in communication with a first one of the robot-containing chambers for supplying and receiving workpieces. The dual load locks enhance throughput in that one can be open (to the atmosphere) for loading and unloading of workpieces, while the rest of the system is at vacuum and transporting workpiece internally and/or processing workpieces.

In another aspect of our invention, one or both of the passages includes a chamber therein for treating workpieces prior to transfer from one robot-containing chamber or transfer station to the other. For example, such chambers may be used for precleaning semiconductor wafers before they enter a high vacuum transfer station. This pre-treatment isolation decreases contamination of the transfer station and processing chambers, decreases vacuum pump down time, and, thus, increases throughput.

In another aspect, our invention is embodied in a staged-vacuum system which comprises a plurality of semiconductor wafer processing chambers; a wafer load/unload station preferably comprising two load lock chambers for supplying and receiving wafers; a plurality of chambers interposed between and providing a serial transfer path between the load/unload station and the processing chambers; and slit valves which are situated along the transfer paths and interposed between adjacent chambers for selectively sealing the chambers to isolate adjacent chambers one from the other. Also, a vacuum system communicates with the vacuum chambers for establishing a selected base vacuum level in each isolated chamber and a vacuum gradient across the system from chamber-to-chamber,

thereby minimizing the time required to pump down the chambers to their selected base vacuum level.

In still another aspect, our invention is embodied in a multiple chamber staged-vacuum semiconductor wafer processing system, comprising a plurality of semiconductor wafer processing chambers; a wafer load/unload station preferably comprising two load lock chambers for supplying and receiving wafers; and a chamber housing including first and second wafer transfer chambers communicating with one another along a first path from the first wafer transfer chamber via a first intermediate processing chamber to the second wafer transfer chamber and along a second path from the second wafer transfer chamber via a second intermediate processing chamber to the first wafer transfer chamber. The load/unload station communicates with the first wafer transfer chamber and the semiconductor wafer processing chambers communicate with the second wafer transfer chamber to complete the system path from load/unload station to processing chambers.

In still another, method aspect, our present invention is embodied in a method of transporting workpieces in vacuo, comprising transferring selected workpieces from a first vacuum chamber to a second vacuum chamber along a first passageway interconnecting the chambers and returning selected wafers from the second to the first chamber via a second passageway interconnecting the chambers. In a particular aspect, the transfer chambers are robot chambers each of which is in communication with one or a group of vacuum processing chambers and which, along with the interconnecting passageways, effectively isolate one group of processing chambers from the other.

In yet another method aspect, our invention relates to a method of transporting workpieces through a vacuum system and comprises loading the workpieces at a vacuum load lock station; sequentially transferring the workpieces within the system through isolated regions of increasing vacuum levels to a vacuum processing chamber for selected processing of the workpiece; and upon completion of the selected processing, returning the wafer to the load lock station.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The above and other aspects of our invention are described in the enclosed drawings in which:

FIG. 1 is a schematized top plan view of a presently preferred embodiment of our staged-vacuum, multiple chamber semiconductor wafer processing system;

FIG. 2 is a perspective view of a presently preferred embodiment of a magnetically coupled co-axial drive robot used in the system of FIG. 1; and

FIGS. 3 and 4 are plan views of the robot and associated linkage showing the robot arm in the retracted position (FIG. 3) and in the extended position (FIG. 4).

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

FIG. 1 is a schematic plan view of the configuration of a presently preferred embodiment 20 of our staged-vacuum semiconductor wafer processing system. The system includes a housing 22 which defines four chambers: a robot buffer chamber 24 at one end, a transfer robot chamber 28 at the opposite end, and a pair of intermediate processing or treatment chambers 26 and 27. Although one or more load lock chambers 21 may be used, preferably two such chambers are mounted to the buffer chamber and in communication with the

interior of the buffer robot chamber via access ports 36 and associated slit valves 38. A plurality of vacuum processing chambers 34 (illustratively five) are mounted about the periphery of the transfer robot station. (As used here, "plurality" means two or more.) The chambers 34 may be adapted for various types of processing including etching and/or deposition. Access is provided to and between each of the chambers by an associated port 36 and gate valve 38.

The robot chambers 24 and 28 communicate with one another via the intermediate processing or treatment chambers 26 and 27 (also called "treatment" chambers). Specifically, intermediate treatment chamber 26 is located along a corridor or pathway 30 which connects the transfer robot chamber 28 to the buffer robot chamber 24. Similarly, the second intermediate treatment chamber 27 is located along a separate corridor or pathway 32 which connects the robots 28 and 24. These separate paths between the two robot or transfer chambers permit one path to be used for loading or unloading while the system is being used for wafer processing treatment and, thus, provide increased throughput. Please note, the chambers 26 and 27 can be dedicated to pre-treating (e.g., plasma etch cleaning and/or heating) of the wafers before processing in chambers 34 or post-treating (e.g., cool-down) of the wafers following treatment in chambers 34; alternatively, one or both of the chambers 26 and 27 can be adapted for both pre-treatment and post-treatment.

Preferably, the housing 22 is a monolith, i.e., it is machined or otherwise fabricated of one piece of material such as aluminum to form the four chamber cavities 24, 26, 27 and 28 and the interconnecting corridors or pathways 30 and 32. The use of the monolith construction facilitates alignment of the individual chambers for wafer transport and also eliminates difficulties in sealing the individual chambers.

One typical operational cycle of wafer transport through the system 20 is as follows. Initially, RΘ buffer robot 40 in chamber 24 picks up a wafer from a cassette load lock 21 and transports the wafer to chamber 26 which illustratively etch cleans the surface of the wafer. RΘ transfer robot 42 in chamber 28 picks up the wafer from the pre-cleaning chamber 26 and transfers the wafer to a selected one of the preferably high vacuum processing chambers 34. Following processing, transfer robot 42 can transfer the wafer selectively to one or more of the other chambers 34 for processing. Then, following use of this random access-type transfer capability, the transfer robot 42 transfers the wafer to intermediate processing chamber 27 which illustratively is a cool-down chamber. After the cool-down cycle, buffer robot 40 retrieves the wafer from the chamber 27 and returns it to the appropriate cassette load lock chamber 21.

As alluded to above, the system 20 is uniquely designed so that each chamber stage (main processing chambers 34/transfer robot chamber 24/intermediate processing chambers 26, 27/buffer robot chamber 24/load lock chambers 21) can be isolated from all the other chambers. None of the chambers or stages, with the exception of the cassette load lock(s) 21, is vented to atmosphere during processing. In addition, during wafer transfer, only two adjacent chambers need be in communication at any time. As a result, variations in vacuum level and, specifically, reductions in the vacuum level during wafer transfer can be minimized by using a vacuum pumping system 50, FIG. 1, to provide

5

a vacuum gradient across the system from the cassette load lock 21 to the vacuum processing chambers 34. The staged vacuum is applied across the system with the degree of vacuum increasing in order from the cassette load locks 21 to the processing chambers 34. Consequently, the time required to pump down chamber 34 to its base vacuum level subsequent to the loading of a wafer therein is minimized and very high degrees of vacuum can be used in the processing chambers 34 without lengthy pump down times and, thus, without adversely affecting system throughput. Also, since the wafers can be pre-cleaned and/or pre-heated before entering high vacuum, there is less system contamination and throughput is increased.

In addition to the enhanced vacuum isolation, throughput and processing versatility provided by the intermediate stage chambers 26 and 27, the abovementioned stations or chambers 44 and 46 can be mounted on the buffer robot chamber 24 to provide still additional processing isolation, flexibility and throughput enhancement. For example, chamber 44 may be an orienter which is used to orient the wafer flats prior to processing. Alternatively, an entire cassette of wafers in load lock chamber 21 may be oriented one at a time preparatory to transfer to the processing chambers. Chamber 46 may also be dedicated to pre-processing treatment. Alternatively, one or both of the chambers 44 and 46 may be used for post-processing treatment, for both pre-processing and post-processing treatment, or for processing itself. These chambers 44 and 46 are very effectively isolated from the processing chambers 34 by the intervening individually isolated buffer chamber 24, transport paths 26 and 27 (and associated chambers) and transfer chamber 28. Thus, chambers 44 and 46 can be conveniently used for processes which require a different (and/or incompatible) chemistry and/or different (typically lower) pressure relative to the group of processing chambers 34. For example, the high degree of isolation facilitates the use of corrosive gas chemistry in the chambers 34 without affecting the atmosphere and processing/treatment in the chambers 44, 46, and vice versa.

In a presently preferred embodiment, buffer robot 40 is the dual four-bar link robot disclosed in allowed Maydan et. al. patent application, entitled "Multi-Chamber Integrated Process System", U.S. Ser. No. 283,015, now abandoned, which application is incorporated by reference. This robot is preferred for the use in the buffer chamber 24 in part because it combines a folded, very compact configuration and footprint with a relatively long reach and, thus, the capability to service the cassette load lock(s) 21, the buffer stage treatment/processing chambers 44, 46 and the intermediate stage processing treatment chambers 26, 27.

The presently preferred transfer robot 42 is depicted in FIGS. 2, 3 and 4. The prime criteria satisfied by this robot include, first, a long reach; secondly, minimization of the number of gears and other moving parts within the very high vacuum which is used in processes such as physical vapor deposition and; thirdly, effective sealing for such high vacuum environments. Robot 42 comprises a support plate 46 which is sealingly mounted to the base plate of the robot cavity. A magnetic-coupling, concentric-shaft drive system 48 is mounted to the base plate external to the vacuum chamber 28 and incorporates rotational drive means which are magnetically coupled to concentric shafts (not shown) to effect the R $\theta$  movement of the robot. A slide 50 is mounted

6

on one of the concentric shafts and is reversibly rotated with that shaft to impart  $\theta$  movement to the robot. A wafer arm 52 having a wafer-holding pocket 54 at one end is mounted at the other end via a linkage system comprising pivot arms 56 and 58 to the second concentric shaft (not shown) of the magnetic-coupled drive system. Rotation of the second shaft in opposite directions pivots the links 56 and 58, thereby effecting R translational movement of the arm 54 between the retracted position shown in FIG. 3 and the extended position shown in FIG. 4.

Having thus described preferred and alternative embodiments of our present invention, it is understood that one of usual skill in the art will derive alternatives and variations which are within the scope of the invention.

We claim:

1. A staged vacuum-isolation processing system comprising: a multiplicity of isolatable communicating regions including at least a vacuum load lock chamber; a vacuum workpiece-processing chamber and an intermediate workpiece transport region; and vacuum means communicating with the isolatable regions for establishing a vacuum gradient of decreasing pressure across the system from load lock chamber to workpiece-processing chamber.

2. A workpiece transport system comprising first and second vacuum chambers and a pair of vacuum passageways interconnecting the first and second vacuum chambers and providing selectable isolation of, and separate workpiece transport paths between, the first and second vacuum chambers.

3. A workpiece transport system comprising first and second vacuum chambers, including respective first and second robot means therein for loading and unloading workpieces; and first and second vacuum passageways interconnecting the first and second robot-containing vacuum chambers for providing separate transport paths between said vacuum chambers.

4. The workpiece transport system of claim 3, further comprising valve means for isolating the first and second robot-containing vacuum chambers and the first and second vacuum passageways, one from the other.

5. The workpiece transport system of claim 4, further comprising vacuum load lock means including at least a first vacuum load lock chamber in communication with the first robot-containing vacuum chamber for supplying wafers to and receiving wafers from said first vacuum chamber; and at least one vacuum processing chamber connected to the second robot-containing vacuum chamber.

6. The workpiece transport system of claim 3 or 5, at least one of the first and second vacuum passageway further including a treatment chamber therein for treating workpieces prior to transfer from one of the first and second robot-containing vacuum chambers to the other.

7. The workpiece transport system of claim 6, further comprising at least a first and a second workpiece process chamber in communication, respectively, with the first and second robot-containing vacuum chambers; and valve means for isolating the first and second vacuum process chambers from their associated robot-containing chambers, whereby the atmosphere in the first vacuum processing chamber is isolated from the atmosphere in the second vacuum processing chamber via the intervening chambers and passageways.

8. A multiple chamber staged-vacuum semiconductor wafer processing system, comprising:

a plurality of semiconductor wafer processing chambers;  
 a wafer load/unload chamber for supplying and receiving wafers;  
 a plurality of chambers interposed between and providing a pair of transfer paths between the load/unload chamber and the processing chambers;  
 valve means situated along said transfer paths and interposed between adjacent chambers and selectively sealing said adjacent chambers to selectively isolate said adjacent chambers one from the other; and

vacuum means communicating with the isolatable vacuum chambers for establishing a vacuum gradient of decreasing pressure across the system from load lock chamber to semiconductor wafer-processing chamber.

9. The staged vacuum semiconductor wafer processing system of claim 8, wherein the semiconductor wafer processing chambers are selected from deposition and etching chambers.

10. The staged vacuum semiconductor wafer processing system of claim 9, the semiconductor wafer processing chambers including at least a physical vapor deposition chamber.

11. A multiple chamber staged vacuum semiconductor wafer processing system, comprising:

at least a plurality of semiconductor wafer processing chambers;

a wafer load/unload station supplying wafers for processing in the processing chambers and receiving wafers from the processing chambers; and

a chamber housing including first and second wafer transfer chambers communicating with one another along a first path from the first wafer transfer chamber to the second wafer transfer chamber via a first intermediate processing chamber and along a second path from the second wafer transfer chamber via a second intermediate processing chamber to the first wafer transfer chamber, the load/unload station being mounted to and communicating with the first wafer transfer chamber and the semiconductor wafer processing chambers being mounted to and communicating with the second wafer transfer chamber.

12. The multiple chamber staged vacuum semiconductor wafer processing system of claim 11, wherein the first intermediate chamber is adapted for semiconductor wafer cleaning.

13. The multiple chamber staged vacuum semiconductor wafer processing system of claim 11, wherein the first intermediate chamber is a wafer cool down chamber.

14. The multiple chamber staged vacuum semiconductor wafer processing system of claim 11, wherein the intermediate chambers are adapted for treating a wafer prior of subsequent to processing in the processing chambers.

15. The multiple chamber stage vacuum semiconductor wafer processing system of claim 11, the first and second wafer transfer chambers each having a robot mounted therein for respectively (1) reciprocally transferring wafers between the loading and unloading station and the intermediate chambers and (2) for reciprocally transferring wafers between individual ones of the processing chambers, and between the processing chambers and the intermediate chambers.

16. The multiple chamber staged vacuum semiconductor wafer processing system of claim 15, wherein the robot in the second or transfer station comprises a slide mounted within the chamber for horizontal reciprocal rotation; a wafer holding arm mounted on the slide for reciprocal sliding movement; a pair of co-axial shafts, a first one of the shafts connected to the slide for imparting reciprocal  $\theta$  rotation to the slide and the second shaft being connected via link means to the wafer arm for translating reciprocal rotational movement of said shaft into reversible R translation of said wafer arm.

17. A staged vacuum semiconductor wafer processing system comprising:

(1) a multiplicity of vacuum processing chambers;

(2) wafer queuing load lock chamber means for inputting wafers to and retrieving wafers from the system;

(3) a multiplicity of vacuum processing and transfer stations interposed between and providing a serial transfer path between the load lock chamber means and the processing chambers;

(4) valve means situated along said transfer path and interposed between adjacent chambers and selectively sealing said chambers to isolate said adjacent chambers one from the other and thereby form a serial array of isolated vacuum stations of said chambers; and

(5) vacuum means for establishing a selected base vacuum level in the separate isolated vacuum stages and a vacuum gradient of decreasing pressure across the system from load lock chamber means to the vacuum processing chambers, thereby reducing the time required to pump down each chamber to its selected base vacuum level.

18. A staged-vacuum semiconductor wafer processing system, comprising:

(1) a chamber housing including a first relatively small robot chamber and a second relatively large robot chamber, the robot chambers communicating with one another via a pair of intermediate chambers, along a first path from the first robot via a first intermediate chamber to the second robot chamber and along a second path from the second robot chamber via a second intermediate chamber to the first robot chamber;

(2) load lock means mounted on the first robot chamber;

(3) at least a plurality of vacuum processing chambers mounted on the second robot chamber;

(4) the first robot chamber having a robot mounted therein for reciprocally transferring wafers between the load lock means and said intermediate chambers;

(5) the second robot chamber having a robot mounted therein for reciprocally transferring wafers between the processing chambers and between the processing chambers and the intermediate chambers;

(6) access ports between and for providing communication between (a) the individual process chambers and the second robot chamber, (b) the second robot chamber and the two intermediate chambers, (c) the two intermediate chambers and the first robot chamber, and (d) the first robot chamber and the load lock means;

(7) valve means for selectively opening and closing said access ports;

(8) vacuum means for selectively providing a staged vacuum in the system with a relatively low degree of vacuum in the load lock means and a relatively high degree of vacuum in the processing chambers; and

(9) computer means for controlling processing within the vacuum processing chambers and selectively transferring wafers from said load lock means via the first path to selected vacuum processing chambers and from selected vacuum processing chambers via the second path to the load lock means.

19. The staged-vacuum semiconductor wafer processing system of claim 18, wherein the valve means selectively isolated the vacuum chamber or stages, and wherein the vacuum means establishes a selected base vacuum level in each chamber and a vacuum gradient across the system from chamber-to-chamber, thereby reducing the time required to pump down each chamber to its selected base level.

20. A method of transporting workpieces in vacuo, comprising transferring selected workpieces from a first vacuum chamber to a second vacuum chamber along a first passageway interconnecting the chambers and returning selected wafers from the second to the first chamber via a second passageway interconnecting the chambers.

21. The transporting method of claim 20, wherein the first and second vacuum chambers are robotic workpiece transfer chambers each of which is in communication with one or more vacuum processing or treatment chambers.

22. A method of transporting a workpiece through a vacuum system comprising loading a workpiece at a vacuum load lock chamber means; sequentially transferring the workpiece within the system through isolated regions of increasing vacuum levels to a vacuum processing chamber for selected processing of the workpiece; and upon completion of the selected processing, returning the workpiece to the load lock chamber means.

23. The system of claim 1, wherein the intermediate workpiece transport region comprises: first and second vacuum, workpiece transfer chambers connecting with one another along a first path between the first workpiece transfer chamber and the second workpiece transfer chamber via a first intermediate vacuum processing chamber and along a second path between the first workpiece transfer chamber and the second workpiece transfer chamber via a second vacuum intermediate processing chamber; the load lock chamber communicating with the first workpiece transfer chamber; and the workpiece-processing chamber communicating with the second workpiece transfer chamber.

\* \* \* \* \*

30

35

40

45

50

55

60

65